



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa
Ricardo Palma, Distrito de Ate – 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil.

AUTOR:

Coronel Rosales Guillermo Amilcar (ORCID: 0000-0001-7470-9002)

ASESOR:

Mg. Jhon Nelinho Tacza Zevallos (ORCID: 0000-0002-1763-9375)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis hermanos Enma y Ever, por estar siempre acompañándome con su apoyo moral a lo largo de mi vida y mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por bendecirnos con la vida.

A mis docentes y compañeros de la Universidad César Vallejo por su apoyo y compañerismo en todos estos años de estudio.

A la institución educativa “Ricardo Palma” por darme las facilidades de poder realizar la presente investigación.

Al Mg. Jhon Nelinho Tacza Zevallos por el asesoramiento en esta tesis, por sus enseñanzas en las diversas asignaturas y por su motivación constante.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	iv
PRESENTACIÓN	
RESUMEN	
ABSTRACT	
GENERALIDADES	
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Trabajos previos.....	19
1.2.1. Antecedentes internacionales.....	19
1.2.2. Antecedentes nacionales.....	21
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	25
1.3.1. Vulnerabilidad sísmica.....	25
1.3.2. Sistema estructural de edificaciones.....	27
1.3.3. Irregularidades estructurales.....	28
1.3.4. Desplazamiento de entrepiso o deriva.....	31
1.3.5. Efecto de columna corta.....	32
1.3.6. Metodología de evaluación de vulnerabilidad sísmica FEMA 154.....	33
1.3.7. Metodología de evaluación de vulnerabilidad sísmica de HIROSAWA.....	37
1.4. Formulación del problema.....	46
1.4.1. Problema general.....	46
1.4.2. Problemas específicos.....	47
1.5. Justificación del estudio.....	47
1.5.1. Justificación teórica.....	47
1.5.2. Justificación social.....	47
1.6. Hipótesis.....	47
1.6.1. Hipótesis general.....	47
1.6.2. Hipótesis específicas.....	47
1.7. Objetivos.....	48
1.7.1. Objetivo general.....	48
1.7.2. Objetivos específicos.....	48
II. MÉTODO.....	49
2.1. Diseño de investigación.....	50
2.1.1. Enfoque de investigación.....	50
2.1.2. Método de investigación.....	50

2.1.3.	Tipo de investigación	51
2.1.4.	Nivel de investigación	51
2.1.5.	Diseño de investigación	51
2.2.	Variables	51
2.2.1.	Variable independiente	51
2.2.2.	Variable dependiente.....	51
2.3.	Operacionalización de variables	52
2.4.	Población, muestra y muestreo	53
2.4.1.	Población	53
2.4.2.	Muestra.....	53
2.5.	Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad ..	53
2.5.1.	Técnicas de recolección de datos	53
2.5.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	53
2.5.3.	Validez.....	54
2.5.4.	Confiabilidad.....	54
2.6.	Método de análisis de datos	55
2.7.	Aspectos éticos	56
III.	RESULTADOS	57
3.1.	Evaluación de vulnerabilidad ante un sismo de los módulos de la Institución Educativa Ricardo Palma	58
3.2.	Resultados de la evaluación de acuerdo a la Normativa E.020; E.030	77
IV.	DISCUSIONES	96
V.	CONCLUSIONES.....	98
VI.	RECOMENDACIONES.....	100
	REFERENCIAS.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS:

<i>Figura 1.</i> Terremotos, volcanes, tectónicas de placas – “El cinturón de fuego”	12
<i>Figura 2.</i> Daños en Infraestructura Educativas de Ica, Chincha y Pisco (2007).	14
<i>Figura 3.</i> Distribución de módulos de la institución Educativa Ricardo Palma	15
<i>Figura 4.</i> Módulo INFES 780 con octógono, Institución Educativa Ricardo Palma.	16
<i>Figura 5.</i> Módulo de biblioteca y auditorio, Institución Educativa Ricardo Palma.	17
<i>Figura 6.</i> Módulo de laboratorio y aulas, Institución Educativa Ricardo Palma.	18
<i>Figura 7.</i> Módulo de Dirección, Sub Dirección y cafetín.	18
<i>Figura 8.</i> Sistema estructural de albañilería confinada.	27
<i>Figura 9.</i> Edificio con pórticos de concreto armado.	28
<i>Figura 10.</i> Respuesta torsional de una estructura asimétrica.	29
<i>Figura 11.</i> Concentración de rigidez en las esquinas entrantes en edificios de forma L. ...	30
<i>Figura 12:</i> Distribución del desplazamiento total generado por un terremoto en: (a) un edificio regular; y (b) un Edificio con irregularidad de piso blando.	30
<i>Figura 13.</i> Edificios con irregularidad vertical y (R) Regular.	31
<i>Figura 14.</i> Desplazamiento de entrepiso o deriva.	32
<i>Figura 15.</i> Comparación entre una columna regular y corta sujeta a deriva horizontal, y falla de columna corta en el terremoto de Pisco 2007, Perú.	33
<i>Figura 16.</i> Perfiles de velocidad de ondas de corte MASW – 11.	36
<i>Figura 17.</i> Esquema de la metodología de HIROSAWA.	37
<i>Figura 18.</i> Esquema de regularidad en planta.	43
<i>Figura 19.</i> Esquema de regularidad en planta.	43
<i>Figura 20.</i> Esquema de regularidad en planta.	44
<i>Figura 21.</i> Ficha de evaluación del módulo INFES con la metodología FEMA 154.	58
<i>Figura 22.</i> Ficha de evaluación del módulo biblioteca y auditorio con la metodología FEMA 154.	59
<i>Figura 23.</i> Ficha de evaluación del módulo de laboratorio y aulas con la metodología FEMA 154.	60
<i>Figura 24.</i> Ficha de evaluación del módulo de dirección, Sub dirección y cafetín con la metodología FEMA 154.	61
<i>Figura 25.</i> Distribución de fuerzas estáticas por nivel (Dirección “X”)	81
<i>Figura 26.</i> Distribución de fuerzas estáticas por nivel (Dirección “Y”)	81
<i>Figura 27.</i> Periodo fundamental en dirección “X”, T= 0.48 segundos.	83
<i>Figura 28.</i> Periodo fundamental en dirección Y”, T= 0.195 segundos.	83
<i>Figura 29.</i> Definición del espectro inelástico de pseudo aceleraciones X-X.	84
<i>Figura 30.</i> Definición del espectro inelástico de pseudo aceleraciones Y-Y.	84
<i>Figura 31.</i> Desplazamientos laterales máximos y mínimos en dirección “X”.	88
<i>Figura 32.</i> Desplazamientos laterales máximos y mínimos en dirección “Y”.	89
<i>Figura 33.</i> Dimensiones en Planta.	91

<i>Figura 34.</i> Definición del espectro inelástico de pseudo aceleraciones X-X, considerando irregularidades.	92
<i>Figura 36.</i> Verificación de verificación de límites de distorsión o deriva en dirección "X".	94
<i>Figura 37.</i> Verificación de verificación de límites de distorsión o deriva en dirección "Y".	95

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Niveles de desempeño de una estructura ante un sismo.	26
Tabla 2. Edificios de FEMA (según ASCE / SEI 41-13).....	34
Tabla 3. Clasificación de tipo de suelo de acuerdo a FEMA 154.....	35
Tabla 4. Valores de coeficientes de reducción de capacidad resistente.....	39
Tabla 5. Factores de G_i e R_i para evaluar el índice SD (HIROSAWA).	42
Tabla 6. Esquema de regularidad en planta.....	45
Tabla 7. Matriz de Operacionalización de las variables.....	52
Tabla 8. Metrado de peso por cada nivel del Módulo INFES 780.....	62
Tabla 9. Esfuerzo axial del muro con mayor área tributaria del módulo INFES 780.	63
Tabla 10. Subíndice de desempeño sísmico básico estructural del módulo INFES 780 Dirección "X".	63
Tabla 11. Subíndice de desempeño sísmico básico estructural del módulo INFES 780 Dirección "Y".	64
Tabla 12. Comportamiento sísmico- del Módulo INFES 780 - Primer piso y dirección "X".	64
Tabla 13. Comportamiento sísmico del Módulo INFES 780 - Segundo piso y dirección "X".	65
Tabla 14. Comportamiento sísmico- del Módulo INFES 780 - Tercer piso y dirección "X".	65
Tabla 15. Comportamiento sísmico del Módulo INFES 780 - Primer piso y dirección "Y".	65
Tabla 16. Comportamiento sísmico- del Módulo INFES 780 - Segundo piso y dirección "Y".	66
Tabla 17. Comportamiento sísmico- del Módulo INFES 780 - Tercer piso y dirección "Y".	66
Tabla 18. Metrado de peso por cada nivel del Módulo de biblioteca y auditorio.	67
Tabla 19. Esfuerzo axial del muro con mayor área tributaria del módulo de biblioteca y auditorio.	67
Tabla 20. Subíndice de desempeño sísmico básico estructural del módulo de biblioteca y auditorio - Dirección "X"	68
Tabla 21. Subíndice de desempeño sísmico básico estructural del módulo de biblioteca y auditorio - Dirección "Y".	68
Tabla 22. Comportamiento sísmico del módulo de biblioteca y auditorio - Primer piso y dirección "X".	69
Tabla 23. Comportamiento sísmico del módulo de biblioteca y auditorio – Segundo piso y dirección "X".	69
Tabla 24. Comportamiento sísmico del módulo de biblioteca y auditorio - Primer piso y dirección "Y".	69
Tabla 25. Comportamiento sísmico del módulo de biblioteca y auditorio - Segundo piso y dirección "Y".	70
Tabla 26. Metrado de peso por cada nivel del Módulo de laboratorio y aulas.	70
Tabla 27. Esfuerzo axial del muro con mayor área tributaria del módulo de laboratorio y aulas.	71
Tabla 28. Subíndice de desempeño sísmico básico estructural del módulo laboratorio y aulas - Dirección "X"	71
Tabla 29. Subíndice de desempeño sísmico básico estructural del módulo laboratorio y aulas - Dirección "Y"	72
Tabla 30. Comportamiento sísmico del módulo de laboratorio y aulas - Primer piso y dirección "X".	72

Tabla 31. Comportamiento sísmico del módulo de laboratorio y aulas - Segundo piso y dirección "X".	73
Tabla 32. Comportamiento sísmico del módulo de laboratorio y aulas - Primer piso y dirección "Y".	73
Tabla 33. Comportamiento sísmico del módulo de laboratorio y aulas - Segundo piso y dirección "Y" G.	73
Tabla 34. Metrado de peso por cada nivel del Módulo de Dirección, Sub Dirección y cafetín.	74
Tabla 35. Esfuerzo axial del muro con mayor área tributaria del Módulo de Dirección, Sub Dirección y cafetín.	74
Tabla 36. Subíndice de desempeño sísmico básico estructural del Módulo de Dirección, Sub Dirección y cafetín - Dirección "X".	75
Tabla 37. Subíndice de desempeño sísmico básico estructural del Módulo de Dirección, Sub Dirección y cafetín - Dirección "X".	75
Tabla 38. Comportamiento sísmico del Módulo de Dirección, Sub Dirección y cafetín – Primer piso y dirección "X".	76
Tabla 39. Comportamiento sísmico del Módulo de Dirección, Sub Dirección y cafetín – Primer piso y dirección "Y".	76
Tabla 40. Resultados de los testigos diamantinados de columnas.	77
Tabla 41. Resultados de los testigos diamantinados de vigas.	77
Tabla 42. Cálculo del periodo estático en dirección "X".	79
Tabla 43. Cálculo del periodo estático en dirección "Y".	80
Tabla 44. Distribución de fuerzas estáticas por nivel (Dirección "X").	81
Tabla 45. Distribución de fuerzas estáticas por nivel (Dirección "Y").	81
Tabla 46. Periodo y modos de vibración.	82
Tabla 47. Verificación de irregularidad de rigidez o piso blando "X".	85
Tabla 48. Verificación de irregularidad de rigidez o piso blando "Y".	86
Tabla 49. Verificación de irregularidad de masa o peso.	86
Tabla 50. Verificación de irregularidad Torsional "X".	90
Tabla 51. Verificación de irregularidad Torsional "Y".	90
Tabla 52. Verificación de irregularidad de esquinas entrantes.	91
Tabla 53. Verificación de cortantes mínimas.	93
Tabla 54. Verificación de verificación de límites de distorsión o deriva en dirección "X".	94
Tabla 55. Verificación de verificación de límites de distorsión o deriva en dirección "Y".	95
Figura 37. Verificación de verificación de límites de distorsión o deriva en dirección "Y".	95

RESUMEN

Esta tesis consiste en determinar la vulnerabilidad ante un sismo de todos los módulos que se encuentran dentro la I.E. Mx Ricardo Palma. Ubicada en la urbanización Manyza, distrito de Ate y provincia de Lima. Dicha institución consta de tres módulos de estudio más uno de dirección y cafetín; estos fueron construidos en diferentes años, el primer módulo INFES 780 más octógono en el año 1994 pre a la Norma de Diseño Sismo Resistente (NDSR) del año 1997, los demás módulos construidos posterior al año 1997; el sistema estructural de estas edificaciones son de pórticos de concreto armado en una dirección y de muros de albañilería confinada en su otra dirección.

Por la costa peruana se encuentra el cinturón de fuego por la que se entiende que está en constante amenaza sísmica, la Institución Educativa “Ricardo Palma” al ubicarse en esta zona de sismicidad alta y albergar estudiantes, he ahí la justificación e importancia de evaluar cuan vulnerable son sus edificaciones ante un sismo.

Para la evaluación de la vulnerabilidad ante un sismo de todos los módulos de la Institución Educativa “Ricardo Palma” se utilizó las metodologías de Fema 154 e Hirosawa; la primera es una metodología rápida y visual que consiste en colocar un puntaje inicial de acuerdo al tipo de sistema estructural de la edificación, obteniendo como resultado que todos los módulos en su dirección de pórticos de concreto presentan alta probabilidad de colapso ante un sismo. La segunda metodología consiste en comparar un índice de desempeño sísmico con la solicitud sísmica; el desempeño sísmico está asociado a la resistencia y al área de los elementos estructurales de la edificación, y la solicitud sísmica a la zonificación y uso e importancia, aplicando esta metodología se obtiene que a excepción del módulo de dirección y cafetín estas presentan un comportamiento inseguro ante un sismo en su dirección de pórtico de concreto, ya que el índice de desempeño sísmico es menor que de solicitud sísmica.

De acuerdo a estas dos metodologías se escogió el más vulnerable o crítico para realizar un análisis sísmico de acuerdo a la Norma E.020 y E.030, siendo el Modulo INFES con octógono y no cumpliendo este con las distorsiones de entre piso permisibles.

Palabras clave: Vulnerabilidad, Sismo, Fema 154, Hirosawa

ABSTRACT

This thesis consists of determining the vulnerability to an earthquake of all the modules that are within the I.E. Mx Ricardo Palma. Located in the Manyza urbanization, district of Ate and province of Lima. This institution consists of three study modules plus one of management and cafeteria; These were built in different years, the first INFES 780 module plus octagon in 1994 prior to the Seismic Resistant Design Standard (NDSR) of 1997, the other modules built after 1997; The structural system of these buildings is made of reinforced concrete porches in one direction and confined masonry walls in the other direction.

On the Peruvian coast is the ring of fire, which is understood to be in constant seismic threat, the Educational Institution "Ricardo Palma" to be located in this area of high seismicity and host students, this is the justification and importance of evaluating how vulnerable are their buildings to an earthquake.

For the evaluation of the vulnerability to an earthquake of all the modules of the Educational Institution "Ricardo Palma" the methodologies of Fema 154 and Hirosawa were used; The first is a quick and visual methodology that consists of placing an initial score according to the type of structural system of the building, obtaining as a result that all the modules in their direction of concrete frames have a high probability of collapse in the event of an earthquake. The second methodology consists of comparing a seismic performance index with the seismic request; the seismic performance is associated to the resistance and the area of the structural elements of the building, and the seismic request to the zoning and use and importance, applying this methodology it is obtained that an exception of the address module and cafeteria these present an unsafe behavior before an earthquake in its concrete frame direction, since the seismic performance index is lower than that of seismic request.

According to these two methodologies, the most vulnerable or critical was chosen to carry out a seismic analysis in accordance with Standard E.020 and E.030, being the INFES Module with an octagon and not complying with the permissible interfloor distortions.

Keywords: Vulnerability, Earthquake, Fema 154, Hirosawa



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**


Declaratoria de Autenticidad del asesor

Yo, TACZA ZEVALLOS, JOHN NELINHO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RICARDO PALMA, DISTRITO DE ATE - 2019", cuyo(s) autor(es) son CORONEL ROSALES, GUILLERMO AMILCAR., constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 20 de diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
TACZA ZEVALLOS, JOHN NELINHO DNI: 10054349 ORCID: 0000-0002-1763-9375	 Firmado digitalmente por: JTACZAZ el 20 Dic 2021 19:50:00